

全国中小学教师继续教育

教材

全球气候变化

许月卿 编著

教育部师范教育司 组织评审

人民教育出版社

全国中小学教师继续教育教材

全球气候变化

许月卿

人民教育出版社

全国中小学教师继续教育教材

全球气候变化

许月卿

*

人民教育出版社出版发行

(北京沙滩后街 55 号 邮编: 100009)

网址: <http://www.pep.com.cn>

北京四季青印刷厂印装 全国新华书店经销

*

开本: 890 毫米×1 240 毫米 1/32 印张: 6.5 字数: 160 000

2001 年 7 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

印数: 0 001~3 000

ISBN 7-107-14126-0 定价: 9.80 元
G·7218(课)

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换。

(联系地址:北京市方庄小区芳城园三区 13 号楼 邮编: 100078)

前 言

全面推进素质教育，是当前我国现代化建设的一项紧迫任务，是我国教育事业的一场深刻变革，是教育思想和人才培养模式的重大进步。实施“中小学教师继续教育工程”，提高教师素质，是全面推进素质教育的根本保证。

开展中小学教师继续教育，课程教材建设是关键。当务之急是设计一系列适合中小学各学科教师继续教育急需的示范性课程，编写一批继续教育教材。在教材编写方面，我司采取了以下几种做法：

(1) 组织专家对全国各省（区、市）推荐的中小学教师继续教育教材进行评审，筛选出了200余种可供教师学习使用的优秀教材和学习参考书；

(2) 组织专门的编写队伍，编写了61种教材，包括中小学思想政治、教育法规、教育理论、教育技术等公共必修课教材；小学语文、数学，中学英语、物理、化学、生物，小学社会、自然等学科专业课教材。上述教材，已经在1999年底以《全国中小学教师继续教育1999年推荐用书目录》（教师司[1999]60号）的形式向全国推荐。

(3) 向全国40余家出版社进行招标，组织有关专家对出版社投标的教材编写大纲进行认真的评审和筛选，初步确定了200余种中小学教师继续教育教材，这批教材，目前正在编写过程中，将于2001年上半年陆续出版。我们将陆续向全国教师进修院校、教师培训基地和中小学教师推荐，供开设中小学教师继续教育相关课程时选用。

在选择、设计和编写中小学教师继续教育教材过程中，我们遵循了以下原则：

1. 从教师可持续发展和终身学习的战略高度，在课程体系中，加强了反映现代教育思想、现代科学技术发展和应用的课程。

2. 将教育理论和教师教育实践经验密切结合，用现代教育理论和方法、优秀课堂教学范例，从理论和实践两个方面，总结教学经验，帮助教师提高实施素质教育的能力和水平。

3. 强调教材内容的科学性、先进性、针对性和实效性，并兼顾几方面的高度统一。从教师的实际需要出发，提高培训质量。

4. 注意反映基础教育课程改革的新思想和新要求，以使教师尽快适应改革的需要。

中小学教师继续教育教材建设是一项系统工程，尚处在起步阶段，缺乏足够的经验，肯定存在许多问题。各地在使用教材的过程中，有什么问题和建议，请及时告诉我们，以便改进工作，不断加强和完善中小学教师继续教育教材体系建设。

教育部师范教育司

二〇〇〇年十一月一日

编者的话

当今世界政治、经济、文化的发展日新月异，教育也面临一场深刻的变革。地理学研究的领域也不断扩展，内容愈益深入。为适应社会发展的要求，中学地理课程、教材也在不断的改革和创新。广大中学地理教师迫切需要学习，充实自己，以适应新的教学要求。

为此，我们依据教育部师范教育司制定的《中小学教师继续教育课程开发指南》的指导思想和基本原则，组织学科专家、教授编写了本套《丛书》。本套《丛书》共10本，内容包括了中学地理课程、教材中的新知识，旨在帮助广大中学地理教师更新和扩展知识，尤其是在人文地理、可持续发展、地理信息技术等方面的新知识。《丛书》力求反映最新的地理学科知识，深入浅出，联系实际，旨在切实提高教师的业务水平和教学能力，以适应中学地理教学改革的需要。

本套《丛书》经教育部聘请的专家审阅后，作为全国中小学教师继续教育教材，推荐给教师使用。由于时间紧迫，书中可能会有疏漏之处，请教师们在使用过程中提出意见，以便再版时修改。

《中学地理教师相关地理知识专题丛书》编委会

主任 吴履平

成员（按音序排列）

樊 杰 高俊昌 胡兆量 李秀彬 王恩涌 韦志榕 吴履平
徐 岩 赵 济

吴履平

2001年7月

序

气候变化问题是当代世界各国最关注的问题之一，也是当今自然科学领域中争论比较激烈的问题之一。早在 11 世纪的北宋时期，我国著名科学家沈括就根据沉积在地层中的生物化石论证了气候的变化；20 世纪 60 年代，著名气象专家竺可桢根据我国丰富的历史文献，研究了我国近五千年来的气候变化的事实，并证明了在人类历史时期，气候处在不断变化之中。根据地质学与古生物学的研究成果，我们可以证明，地球在形成以来的 50×10^8 年里，气候始终处在不断变化之中。冷暖交替、干湿易变、冰期的发生和消退，是地球气候演变史中的基本特点。

全球气候变化和异常及其对经济和社会发展的影响，已成为当今世界各国政府及科学界十分关注的重大问题。最近几十年来，尤其是 20 世纪 60 年代以来，全球性和区域性的气候异常现象频繁出现，给许多国家尤其是发展中国家的粮食生产和人们的生存和生活带来了十分严重的影响，造成了很大的损失。1972 年，美国由于严寒带来的能源危机造成经济损失达 200×10^8 美元；1987 年 10 月 16 日凌晨，英格兰东南和伦敦地区、法国北部、比利时和荷兰遭特大风暴袭击，成为该地区自 1703 年以来所经历的最严重的风暴；1988 年，美国中西部严重干旱造成粮食减产 37%，而孟加拉国却遭受空前未有的水灾；非洲 20 世纪 80 年代持续多年的干旱，使许多非洲国家遭受 20 世纪最严重的粮食危机；1991 年中国的长江流域经受了一次严重破坏性洪水；1993 年美国的密西西比河和密苏里河地区洪水上涨超过历史记录。因此，能否预报气候的这些异常

变化已成为一个迫切需要解决的重大科学问题。此外，除气候的自然变化外，由于人类活动所引起的全球气候和生态环境变化的问题日益引起人们的重视。自 20 世纪初以来，全球气候变暖趋势明显，尤其是 20 世纪 90 年代异常温暖，1998 年是有仪器观测记录以来最暖的一年，在过去的 100 年里全球地表温度上升了 $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。北半球 80 年代的平均气温较以前几十年提高了 $0.2 \sim 0.3^{\circ}\text{C}$ ，与工业化时代前比较已提高了 $0.5 \sim 0.6^{\circ}\text{C}$ ，而且在未来的 50 年中，气温将继续升高 $0.3 \sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 。特别是由于随着经济发展、城市扩张和人口增加，大气中的二氧化碳、甲烷和含氯氟烃等温室气体含量的迅速增加，引起全球气温升高，其增长速度史无前例。并且有些温室气体具有长寿命期，将会持续地对气候产生影响。初步估计，到 21 世纪末全球年平均气温将增加 $1.4 \sim 5.8^{\circ}\text{C}$ ，海平面平均增高 $9 \sim 88\text{cm}$ 。

全球气候变化将带来各种潜在影响。有人认为全球变暖是一种大范围的环境灾难，海平面上升，沿海地区受到威胁，气象灾害频繁；也有人认为，全球气候变暖，降水增多，减弱土地沙化过程，增加植被覆盖率，使作物受益，农业会增产。所以，正确估计人类活动对未来气候及人类生存环境的影响，成为当代一个迫切需要解决的重大科学问题。也引起了各国气候学家和政府部门对气候变化的关注，加强了对气候变异及异常现象的研究和监测，积极探索气候的演变规律，采取措施防御异常气候造成的危害，为改造气候设计合理的途径提供科学依据。

面对气候灾害对人类的严重挑战，探索气候变化的规律，并从各种途径去分析气候变化及其异常的原因、机制，以便进一步去预测气候变化和气候异常，以减少气候灾害造成的损失，是科学工作者担负的重大而艰巨的任务。

本书以全球气候变化为主要线索，第一章主要介绍不同历史时期的气候变化，第二章介绍了不同历史时期气候变化的研究方法，

第三章介绍了人类对气候变化的影响及气候变化对人类的影响。

本书可作为中学地理教师继续教育的教材或参考书，也可供相关研究机构参考。

本书写作过程中得到中科院地理科学与资源研究所李秀彬研究员和邵雪梅研究员的热情帮助和指导，邵晓梅、郝志新和黄磊同志为本书提供有关资料。在此，谨对他们及所有帮助我的人们表示衷心的感谢。

由于作者水平和条件所限，本书难免有不足之处，敬请读者批评指正。

作者

2001年春于北京

目 录

序	(1)
第一章 气候变化及其研究方法	(1)
第一节 不同时期的气候变化	(1)
第二节 气候变化的研究方法	(24)
第二章 有关气候变化的研究	(54)
第一节 有关气候变化的各种假说	(54)
第二节 有关气候变化的国际组织	(61)
第三节 地球系统与气候变化	(67)
第四节 大气环流模式	(108)
第五节 ENSO 事件	(115)
第六节 臭氧层空洞	(118)
第七节 温室气体和温室效应	(123)
第三章 人类活动与气候变化	(132)
第一节 人类活动对气候变化的影响	(132)
第二节 气候变化对人类的影响	(159)
第三节 有关气候变化的国际公约	(191)
参考文献	(195)

第一章 气候变化及其研究方法

第一节 不同时期的气候变化

地球气候经历了漫长的演变过程。根据气候记录、史志、考古以及地质沉积物和古生物资料分析，现已证明，地球的诞生距今约 $50\sim 60\times 10^8$ 年，这是根据地球内铀的同位素 U^{235} 和 U^{238} 蜕变差额计算得出的。根据太古时代的沉积层推断，地球上远在 $18\sim 20\times 10^8$ 年前就有了大气圈和水圈，因而地球气候史的时间长度，可追溯到 $18\sim 20\times 10^8$ 年前。

从地球诞生以来的 50×10^8 年左右的时期中，地球气候经历了长度为 $10^0\sim 10^8$ 年的各种时间尺度的变化。现在为世界科学家所公认的有：

1. 大冰期气候与大间冰期气候：时间尺度约为 $10^6\sim 10^8$ 年；
2. 亚冰期与亚间冰期气候：时间尺度约为 10^5 年；
3. 副冰期与副间冰期气候：时间尺度约为 10^4 年；
4. 寒冷期与温暖期气候：时间尺度约为 $10^0\sim 10^1$ 年。

根据不同的时间尺度和研究方法，地球气候史通常分为：地质时期的气候、历史时期的气候和近代气候三个阶段。不同的气候变化阶段，气候变化的时间尺度不同，气候形成的原因不同，研究气候变化的资料来源和分析方法也不同。

一、地质时期的气候

地质时期的气候变化是指万年以上时间尺度的气候变化。一般

表 1—1 地球古气候史的地质年代表

代	纪	符号	世	绝对年代				地壳运动	气候概况
				开始时间	距今(百万年)	持续时间(百万年)			
				按同位素测定	一般通用	按同位素测定	一般通用		
新生代(K ₂)	第四纪	Q	全新世 更新世	0.025 1	2 或 3	1	2—3	喜马拉雅运动 (新阿尔卑斯运动) 喜馬拉雅运动	第四纪 大冰期 气候
	晚第三纪	R	上新世 中新世	12 28		27	22—23		
	早第三纪	I	渐新世	40	40	40—44	45		
			始新世 古新世	68—72	60 70				
中生代(M ₂)	白垩纪	K	晚白垩世 早白垩世	130—140	135	70	65	燕山运动 (旧阿尔卑斯运动)	大间冰川期气候
	侏罗纪	J	晚侏罗世 中侏罗世 早侏罗世			45	45		
	三叠纪	T	晚三叠世 中三叠世 早三叠世	175—180	180	45	45		
			晚二叠世 早二叠世	220—230	225	30	45		
晚古生代(P ₂)	二叠纪	P	晚二叠世 早二叠世	265 275	270	70	80	海西运动	石炭纪 二叠纪 大冰期气候
	石炭纪	C	晚石炭世 中石炭世 早石炭世	320—330	350				
	泥盆纪	D	晚泥盆世 中泥盆世 早泥盆世	370—390	400	50	50	加里东运动	
			晚志留世 中志留世 早志留世	410—430	440	60	40		
	早古生代(P ₁)	奥陶纪	O	晚奥陶世 中奥陶世 早奥陶世	485—515	500	75—80		60
		寒武纪	e	晚寒武世 中寒武世 早寒武世	580—620	600	95—105		100
晚震旦世 中震旦世 早震旦世				900—1000	1000?				
隐生代	元古代	P ₁	前震旦纪					吕梁运动 五台运动 劳伦运动	震旦纪 大冰期 气候 元古代 大冰期 气候 太古代 大冰期 气候
	太古代	A ₁							
地壳局部分异大陆开始形成最古矿层									
地球形成									

所说的古气候就是指地质时期的气候。地质时期的气候距今 $22 \times 10^8 \sim 1 \times 10^4$ 年，其变化特征是以冰期与间冰期交替出现，时间尺度在 10×10^4 年以上，温度振幅为 $10 \sim 15^\circ\text{C}$ 。地球古气候史采用“地质年代”来表示，其中最大的时间单位称为“代”，每个“代”分为几个“纪”，每个纪又分为几个“世”（表 1—1）。

根据动植物化石、地层沉积物以及冰川遗迹等间接标志，对地层沉积物进行广泛分析，证实了地质时期的气候曾不断经历着巨大变迁，反复发生几次大冰期（图 1—1）。每当地球上发生大的冰川时期，气温和雪线同时下降，冰川也从高纬向低纬，从高原向平原同时推进，气候明显变冷。两次大的冰期之间，是气候温暖时期，称为间冰期。在间冰期，冰川退缩，温度升高，气候变暖。冰期到来时，极地冰盖扩展，中高纬度的高山被冰雪覆盖。其中最近的三次大冰期即震旦纪大冰期、石炭~二叠纪大冰期和第四纪大冰期具

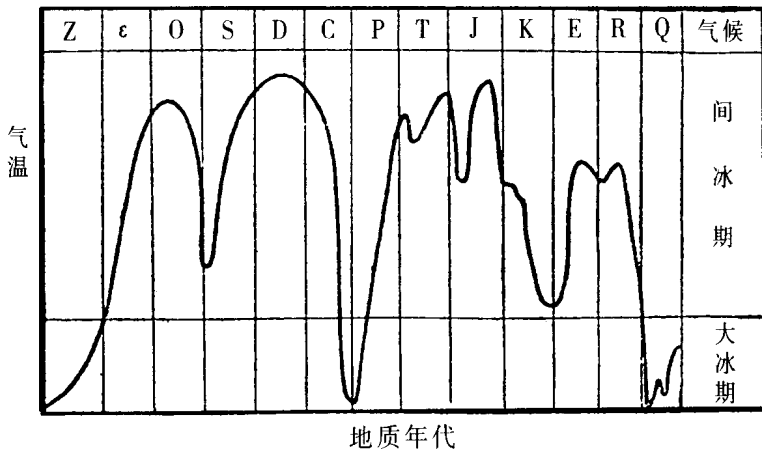


图 1—1 地质时代的气候变迁

- Z: 震旦纪, ε: 寒武纪, S: 志留纪, D: 泥盆纪,
 C: 石炭纪, P: 二叠纪, T: 三叠纪, J: 侏罗纪,
 K: 白垩纪, E: 早第三纪, R: 晚第三纪, Q: 第四纪

有全球意义，为科学家所公认。在三次大冰期之间为温暖的大间冰期气候。寒冷的冰期同温暖的间冰期相比是短暂的，在整个地球气候史中，90%以上为温暖气候，气温比现在还高。

（一）震旦纪大冰期气候

震旦纪大冰期发生在距今约 6×10^8 年以前。这次冰期是一次具有世界规模的大冰期气候，几乎遍布世界五大洲，如亚洲的中国、印度及前苏联亚洲地区，欧洲的挪威、芬兰和法国，非洲的中、南部，澳洲的中南部，北美洲的大湖区及格陵兰东部等地层中都发现了震旦纪时期的冰碛层。

据李四光研究，在我国东部和中部地区也都分布有震旦纪大冰期的冰碛层；而在目前黄河以北的华北和东北震旦纪地层中则分布有代表干暖气候的石膏层和龟裂纹现象。

（二）寒武纪～石炭纪大间冰期气候

寒武纪～石炭纪大间冰期发生在距今约 $3 \sim 6 \times 10^8$ 年，包括寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪和石炭纪五个地质时期，共经历 3.3×10^8 年。其基本特征是雪线升高，冰川后退，气候显著变暖。

寒武纪时气候变暖，干湿气候带分布明显，这种干湿气候带的分布一直延续到志留纪。志留纪后期到泥盆纪的前期，地球气候又有变冷趋势，这是大间冰期温暖气候中的气候相对寒冷阶段。这次寒冷阶段持续时间不长，影响范围不大。从泥盆纪中期起，地球上的气候又迅速回暖，一直持续到石炭纪。石炭纪时，气候演变为典型温和而湿润的气候，整个地球出现海洋性气候特征，森林生长繁茂，遍及滨海沼泽和大陆内部，最后形成大规模的煤层，是地质历史时期最重要的成煤期之一。故石炭纪在地质史上称为“成煤纪”。石炭纪后期气候变冷。

石炭纪时期整个中国处于热带气候条件下。到了石炭纪后期出现三个气候带，自北而南分布着湿润气候带、干燥带和热带。

(三) 石炭纪~二叠纪大冰期气候

石炭纪~二叠纪大冰期发生在距今 $2\sim 3\times 10^8$ 年, 始于石炭纪末期, 止于二叠纪中期。这次大冰期的影响范围主要在南半球, 如南美、南非、澳洲和南极洲。这些地区广泛分布着属于这次冰期的遗迹, 如羊背石、漂砾和冰碛层等。在北半球除印度外, 到目前为止还没有发现属于这次冰期的遗迹。

二叠纪时, 世界气候的分带性是明显的, 我国西部、西伯利亚、北欧和北美地区为干燥带。外围为温暖的湿润气候带, 故积存了丰富的煤层, 但其煤储量已少于石炭纪。在干燥带的南面包括我国南部、中南半岛、马来半岛和欧洲南部为潮湿炎热气候带。在我国南部发现有大量珊瑚礁, 说明当时是湿热气候。

(四) 三叠纪~第三纪大间冰期气候

三叠纪~第三纪大间冰期气候发生在距今约 2×10^8 年到 200×10^4 年, 包括整个中生代的三叠纪、侏罗纪、白垩纪直到新生代的第三纪都是温暖气候, 共计约 22×10^8 年。

三叠纪时气候炎热而干燥, 在中国、欧洲、北美发现红色与紫色的地层相当普遍, 说明当时气候炎热, 氧化作用剧烈。地层中常含有石膏岩层, 又说明气候干燥。从三叠纪到侏罗纪气候由干热转为湿热, 有利于植物的生长, 造成了煤层的形成条件, 故侏罗纪是继石炭纪之后的第二个成煤期。到侏罗纪后期, 气候又由湿热转为干燥, 白垩纪是干燥气候继续发展并达到顶峰时期, 帕米尔和昆仑山的沙漠区域就是在这个时期形成的。

新生代的早第三纪, 气候更普遍变暖, 当时中国地层中的沉积物大多带有红色, 说明气候比较炎热。欧洲气候也比现在暖和得多, 在格陵兰岛北部曾生长红杉、木兰、白杨、樟、板栗等温带树种。到第三纪末期, 世界气温普遍下降, 整个北半球都有热带种属植物被寒带植物排挤的普遍现象, 喜热植物逐渐向南退缩, 直到第四纪出现大冰期气候。晚第三纪时, 东亚大陆气候趋于湿润, 我国

内蒙古以南直到秦岭地区，气候并不是很干燥。

(五) 第四纪大冰期气候

第四纪大冰期发生在距今约 $200 \sim 300 \times 10^4$ 年，是距今最近的一次大冰期，也是地质资料最丰富的时期。第四纪气候在地球气候史中占有十分重要的地位，是研究整个地质时期古环境科学的基础和出发点。

在地质历史上，自第三纪以后，地球上出现了显著的气候变化。第三纪时期，古气候在较长时期内是相对稳定的，但在距今约 220×10^4 年前时，出现冷暖交替的急剧变化。每个冷暖气候持续时间比较短，这已被深海沉积物的氧同位素分析所证实。第四纪时期，在地球上不论是在海洋或在陆地，都有古气温的强烈变化的反映。因此，第四纪时期的古气候变化是全球性的，在不同地区有其相似的规律性。第四纪时期古气候变化的结果，在一些地区引起冰川的形成、发展或退却，与另一些无冰川发育的地区形成了不同气候标志的沉积物，并相应地影响植物群落和动物群的分布，同时成为影响海平面升降的重要因素之一。第四纪古冰川在阿尔卑斯、大不列颠岛、苏联欧洲部分及北美等地广泛发育。

第四纪大冰期是一次影响范围十分广大的世界规模的大冰期，在欧洲、北美洲及亚洲都有发现。大冰期中仍然是冷暖交替出现，欧洲曾出现多次寒冷期，叫亚冰期。亚冰期就其寒冷程度、历史长短和影响范围来说，一般都要比大冰期弱一些、短一些和小一些，它是属于第四纪大冰期范畴之内的变化。根据阿尔卑斯山山岳冰川的五次下注，确定第四纪大冰期共分为五次亚冰期，两个亚冰期之间是同样时间长度的比较温暖的亚间冰期。我国在第四纪时期也发生过多亚冰期。早在 20 世纪 40 年代初，著名地质学家李四光教授在江西庐山发现了第四纪冰期的遗迹，将我国第四纪划为四次亚冰期及相应的间冰期，即：鄱阳亚冰期、大姑亚冰期、庐山亚冰期和大理亚冰期，它们基本上与欧洲阿尔卑斯山的群智、明德、里

斯、武木四次亚冰期及亚间冰期相对应（图 1—2）。

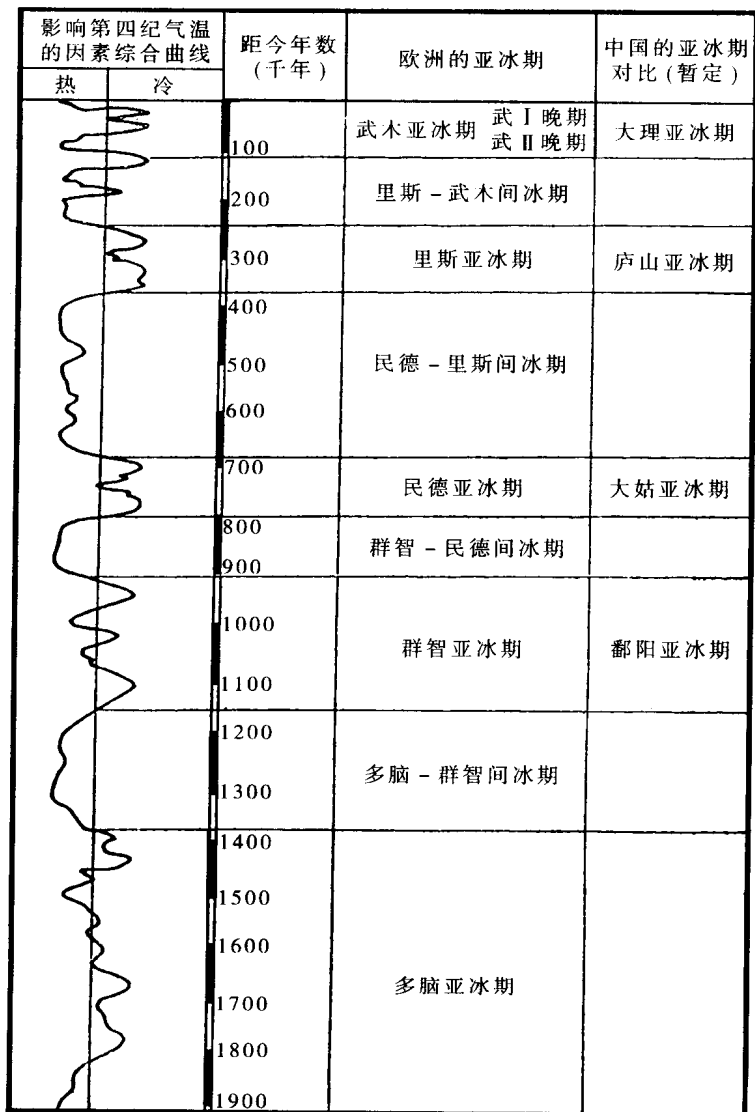


图 1—2 第四纪大冰期中的亚冰期